

Доктор химических наук НАУРЫЗБАЕВ М.К.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ЭКСТРАКЦИЯ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ

Химия, будучи фундаментально-эмпирической наукой, демонстрирует сегодня современный эксперимент, изучая превращения и свойства веществ; в основе химической науки лежат физические, химические, биологические и математические законы. В ней постепенно сформировались вполне самостоятельные, но в то же время и тесно связанные между собой направления: неорганическая, физическая и органическая химии, биохимия, пищевая химия, химическая технология и, наконец, **аналитическая химия**.

Благодаря современной аналитической химии с ее многочисленными высокочувствительными и селективными методами, в обществе утвердилось понимание важности контроля качества на производстве, в сферах здравоохранения и охраны окружающей среды. Ей принадлежит решающая роль в обеспечении контроля за технологическими процессами, а также в сохранении глобального экологического баланса в целом. Аналитическая химия – это научная дисциплина, которая развивает и применяет методы, средства и общую методологию получения информации о составе и природе вещества (в пространстве и времени).

Значение и роль аналитического контроля в жизнедеятельности человечества непрерывно возрастают. Только имея информацию о составе, строении и свойствах веществ и материалов, можно развивать высокие технологии в науке, промышленности и сельском хозяйстве, совершенствовать медицинское обслуживание, проводить исследования по охране окружающей среды. При этом необходимо сказать, что каждый этап жизни человеческого общества формулирует свои, присущие только для этого этапа, пути и задачи развития аналитической химии /1/. Настоящему времени присущее комплексное решение следующих важнейших задач: пробоотбор, пробоподготовка /2, 3/ и, наконец, анализ, каждая из которых лимитирует достоверность и точность результатов аналитического контроля. Мы должны понимать, что решение сегодняшних аналитических проблем необходимо сконцентрировать на

том, что имеет непреходящее значение. Даже если аналитические задачи изменятся, то общая методология их решения останется незыблевой. Она по-прежнему будет включать:

- понимание химических основ;
- правильный пробоотбор и пробоподготовку;
- умение использовать методы разделения и концентрирования;
- соответствующий уровень градуировки и выбор стандартов;
- умение выбрать наилучший метод или их набор для конкретного этапа аналитических измерений.

Особенно важными на данном этапе являются исследования по химической идентификации веществ и материалов, т.е. отнесение к определенному виду или марке, выявлению технологии производства и источника происхождения, установлению подлинности объекта и всех его составляющих.

В производстве, медицине, криминалистике, археологии все чаще встречаются задачи по идентификации. Поэтому наряду с методами анализа появляются специализированные методы идентификации /4-7/.

Наиболее эффективным направлением развития аналитического контроля по-прежнему остается создание новых приборов и методов анализа /5-13/. Для органических соединений – это ЯМР, ЯПР, газовая и жидкостная хроматография, ИК- и УФ-спектрометрия. В неорганическом анализе это масс-спектрометрия с различными источниками ионов, новые конфигурации приборов для рентгенофлуоресцентного анализа, современные атомно-абсорбционные анализаторы и приборы для определения газообразующих примесей. На базе комплектов из таких приборов будут формироваться типовые производственные лаборатории.

Заводские лаборатории горно-металлургического комплекса не ограничиваются оснащением приборами для элементного анализа, а все чаще пополняются инструментами для структурного анализа. Вообще переход от определения

элементного состава к исследованию форм нахождения компонентов вещества является одной из характерных особенностей современного периода.

Учитывая революционные достижения последних лет в области информационных технологий, следует отметить значительные приобретения самой аналитической химии. Компьютеризация и информатизация химического анализа позволили не только улучшить и ускорить процесс сбора информации, но и создать множество сложных методов обработки данных, реализация которых без ЭВМ была бы невозможна /14/. В жизнь вошли локальные компьютерные сети, соединяющие аналитические приборы, методы, использующие Фурье-преобразование спектроскопических данных, системы сравнительного поиска аналитических данных для идентификации неизвестных веществ. В то же время аналитическую химию следует по праву считать и одним из "столпов", на которых держится вся информационная эра. Ведь прежде чем информацию собрать, сохранить, обработать и передать, ее необходимо получить /15/. А именно получение новой, достоверной информации и является, по существу, целью химического анализа.

Значительные успехи в области нанотехнологий и наноматериалов требуют создания нового раздела аналитической химии - наноаналитики /9, 12, 16-20/. Это прежде всего возможность определения, измерения и исследования наночастиц, компонентов структуры, следовых содержаний примесей. Разработанные в последнее время десятки сложных и дорогостоящих физических методов локального анализа, исследования тонких пленок и слоев служат неотъемлемой частью современной аналитической химии. На основе всех этих приборов и материалов должны быть разработаны метрологически обоснованные методы с использованием химико-аналитических возможностей, сформировавшихся в процессе развития существующих методов макроанализа /21-25/.

Новый класс приборов для исследования материалов наnanoуровне (сканирующие зондовые микроскопы) позволяет решать задачи исследования и измерения различных физических свойств nanoобъектов и структур: электрических,

магнитных, оптических и т. д. Очень интересным и перспективным направлением новых углеродсодержащих наноматериалов является использование их для аналитических целей в качестве сорбентов, в том числе для твердофазной экстракции.

В настоящее время химические методы анализа, основой которых является кислотно-основное равновесие, равновесие в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительные системы, в основном устоялись; методы, основанные на комплексообразовании, адсорбции, экстракции и др., с открытием новых химических веществ и материалов, способствуют бурному развитию химико-аналитической системы в целом.

Аналитические методы, использующие химические сенсоры, биосенсоры, иммунный анализ, хемометрия находят бурное развитие в современной биологии, медицине и биотехнологии.

Сочетание ряда аналитических методов, названное гибридным, уже с 80-х годов прошлого века привело к значительному обогащению аналитической химии и в комплексе с компьютеризацией аналитической химии привело к интегрированным методам анализа, таким как газовая хроматография с атомно-эмиссионным детектированием, газовая хроматография - инфракрасное детектирование с Фурье преобразованием, жидкостная хроматография - ядерный магнитный резонанс и др., в которых несколько аналитических методов через подходящий интерфейс связываются вместе при помощи компьютера.

При этом под термином "гибридные методы" можно понимать сочетание двух (или более) аналитических методов, чтобы получить новое средство анализа, более эффективное и дающее результаты значительно быстрее. Этот термин охватывает диапазон от комбинации двух спектроскопических методов или двух хроматографических методов (газовой и жидкостной) до сочетания метода разделения с методами спектроскопического определения (например, ГХ-МС, т.е. газовая хромато-масс-спектрометрия). Последнее сочетание в наибольшей степени отвечает понятию гибридные методы.

В настоящее время только перечисление ведущих мировых научных школ в области аналитической химии заняло бы не один десяток стра-

ниц. Поэтому кратко остановимся только на некоторых из них.

Неоценим вклад в развитие аналитической химии и химию трансурановых элементов американских ученых И.М.Кольтгофа, Г.Т.Сиборга, С.А. Вайса, Ж.Г.Грассели и др. При Американском химическом обществе (более 160 тыс. членов) активно работает отделение аналитической химии, являющееся также и организатором аналитических конференций, ежегодно проходящих в различных городах США, где сверяют достижения в области аналитической химии и приборостроении ученые и аналитики-практики США и ряда развитых стран Северной Америки, Японии, Европы, Юго-Восточной Азии, Китая.

Сильна и европейская аналитическая школа, которая представлена в Великобритании Э.Холлом, Дж.К.Николсоном, П.Унвином, Х.Беккером, А.Манцом, чешской электрохимической школой (Я.Гейровский, Я.Кута), М.Отто, У.Карст, К.Камман, Х.Фриболин и др. (Германия), Р.А.Кельнер, Г.Фридбахер и др. (Австрия), В.Линден (Голландия), Г.М.Видмер (Швейцария), П.Г.Замбонин (Италия), Дж.Шпунер, Ж.Мерме, Р.Лобински (Франция), Д.Перес-Бендито и Дж.Кашо (Испания), Л.Нинисто (Финляндия), Е.Хансен (Дания), К.Тот (Венгрия) и др. Отделение аналитической химии Федерации Европейского химического общества ежегодно проводит конференции по различным направлениям аналитической химии.

Заметных успехов в аналитическом приборостроении и в целом в развитии аналитической химии достигли японские ученые Токийского университета (К.Фува и др.), университета г.Осака, фирмы Шимадзу и др.

Оснащение современными аналитическими приборами позволило китайским аналитикам (Ж.Гао, В.Л.Ван, Э.Л.Фан и др.) достичь значительных успехов в обеспечении успешного развития фундаментальных и прикладных научных исследований.

Отдельно следует сказать об аналитических приборах и оборудовании. В этом вопросе особенно заметны успехи разработчиков из США, Японии, Великобритании, Германии, Швейцарии. Сейчас лучшее многоцелевое оборудование выпускается международными фирмами и корпорациями этих стран. Однако следует отметить, что дороговизна приборов, выпускаемых западными фирмами не всегда адекватна их аналитическим возможностям. В последние годы рос-

сийские фирмы выпускают аналитическое оборудование значительно дешевле западных, а по возможностям – сравнимое с западным.

Возможности новых физических методов анализа, внедренных в практику аналитической химии в последние десятилетия, приводят к революционному прогрессу в таких областях как определение структуры белка, медицинская диагностика, наноразмерная электрохимическая микроскопия и т.д.

Усовершенствуется сканирующая электрохимическая микроскопия /26/. В кинетических экспериментах наноэлектроды предоставляют высокие скорости массо-переноса в стационарных условиях в комбинации с практически незначительными эффектами падения резистивного потенциала в растворах, токами заряда двойного слоя и низкой степенью адсорбции реагента. Высокие степени разрешения, достигаемые с такими иглами, делают возможным построение изображений с помощью наноразмерной электрохимической микроскопии.

Широко используются функциональные и спектральные измерения со сканирующей тунNELьной микроскопией /27/. Созданная в качестве поверхности аналитической техники, сканирующая туннельная микроскопия, способная предоставлять изображения индивидуальных атомов и молекул в реальном пространстве, развилась в технику способную к измерениям различных структурных, функциональных и спектральных свойств и взаимосвязей на уровне одиночной молекулы.

Разрабатываются новые схемы детектирования в ядерном магнитном резонансе и магнитно-резонансной томографии /28/. ЯМР является установленным методом в химии. Возможность точного контроля над взаимодействиями ядерных спинов, приводящих к возникновению феномена ЯМР, привела к революционному прогрессу в таких областях как определение структуры белка и медицинская диагностика.

Значительных успехов достигли в биологии масс-спектрометрия для быстрой характеристики микроорганизмов и химическая цитометрия, основанная на флюоресценции анализа одиночных клеток /29, 30/. Прогресс в области инструментализации, протеомики и биоинформатики внёс вклад в успешное применение МС для анализа, идентификации и классификации микроорганизмов.

Огромное будущее за наноскопическими пористыми сенсорами /31/. В биологии существуют тысячи различных нанометровых пор, многие из которых выступают в роли сенсоров специфических химических агентов. Последние исследования показали, что белки и твёрдотельные нанопоры имеют потенциальные возможности применения в широком круге аналитических приложений.

О дальнейшем усовершенствовании плазменной диагностики для определения химических процессов говорится в обзоре /32/. В нем собран материал по использованию диагностических инструментов для изучения плазменной химической обработки, с концентрацией на энергетике плазменных образцов, динамике и реакциях молекул с поверхностью.

Особый интерес вызывает использование электрохимии *In Vitro* биологических систем, как показано в работе /33/. Данный обзор включает электрохимические методы для анализа биомолекул *in vitro* с акцентом на детектирование и исследование одиночных клеток и клеточных культур.

Электрохимия в ультрамалых дозах развилась в важный метод для фундаментальных исследований нейронных взаимодействий одиночных клеток и выделении и поглощении химических сигнальных молекул, а также клеточного отображения.

Настоящий бум выявился при применении жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии в фармакологических исследованиях, который рассмотрен в обзоре /34/. В настоящее время, разработка лекарственных средств включает итеративный процесс, относящийся к трём корневым дисциплинам: биологии, химии и характеристики лекарства. Для большинства фармацевтических компаний путь к лекарственному препарату включает следующие стадии: идентификация цели, биологический скрининг, получение продуктов, их оптимизация, селекция. В последнее время ЖХ и МС оказали огромное влияние на развитие исследований в данной области.

В интересном обзоре работ по использованию оптических проб для молекулярных процессов в живых клетках /35/ заключено развитие в течение последних нескольких лет флюоресцентного и биолюминесцентного индикаторов для определения процессов в живых клетках.

Органические флюоресцентные молекулы-метки разработаны для анализа химических про-

цессов в живых клетках, включая и такие малые молекулы как,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . В дополнение, зелёные флюоресцентные белки и их аналоги были использованы для определения структуры изменений в белках. Многие внутриклеточные процессы в настоящее время изучаются деструктивными методами, это делает создание невозмущающих методик ответом на необходимость изучения процессов без деструкции организма.

Комбинация самоорганизованных монослоёв и масс-спектрометрии для применений в биочипах позволила проводить параллельный анализ ДНК и является многообещающей для применения в анализе протеинов, углеводов и малых молекул /36/. Химия поверхности играет ключевую роль в приготовлении и анализе биочипов, предоставляя функциональные группы для иммобилизации лигандов, являясь окружением, которое поддерживает активность иммобилизованных молекул, контролируя неспецифичные взаимодействия анализируемых веществ с поверхностью, и предоставляя методы детектирования.

Разработанная в последние годы когерентная Анти-Стоксовская микроскопия Рамановского рассеяния (химическое отображение в биологии и медицине) /37/, основанная на колебательной спектроскопии, является безметочной техникой построения изображений, способная к невозмущающему анализу живых клеток и организмов в реальном времени. Данная методика используется для получения изображений метаболитов и идентификации раковых образований.

С развитием эры космонавтики резко возрос интерес к ионной химии в межзвёздной среде /38/. В работе представлен обзор физических и химических условий, приведены спектральные наблюдения и текущие вызовы в характеристике межзвёздной химии. Описаны лабораторные исследования ион-атомных реакций, включая экспериментальные подходы и инструментарий.

Табулированы и обсуждены резюмирующие исследования ион-атомных реакций, включая атомы водорода, азота и кислорода, которые были изучены с 1993 года в работах Саблера и Роландо.

Физические условия в межзвёздной среде отличаются от условий, встречающихся на Земле, и являются чрезвычайно сложными для воспроизведения в лабораторных условиях. Плотность частиц в межзвёздной среде в нашей галактике меняется от  $10^{-4}$  в диффузных областях

до 105 см<sup>-3</sup> в плотных облаках, последняя величина сравнима с лучшими величинами лабораторного вакуума. Температура в этих областях варьируется от 10 К до 150 К. Но, как ни странно, в таких условиях протекают химические реакции. Ионам, образовавшимся при столкновениях частиц при интенсивном УФ излучении и под воздействием космических лучей, соответствуют высокие скорости реакций. Временные масштабы реакции несравненно малы по сравнению с временами жизни облаков. К настоящему моменту обнаружено около 140 молекул. Существуют доказательства существования большего числа более крупных молекул. Результаты лабораторных исследований позволяют теоретикам создавать точные химические модели облаков.

Очень интересен и обзор анализа атмосферных аэрозолей /39/, из которого можно почерпнуть много интересного для настоящего и будущего климата Земли.

В настоящее время существует три научных подхода в изучении атмосферных аэрозолей: полевые исследования; лабораторные исследования и анализ; моделирующий анализ. Важным шагом является интеграция существующих методик.

Очень интересным кажется наземный анализ органических компонентов в кометной пыли /40/. Природа кометарных органических веществ представляет большой интерес по той причине, что эти вещества, по научным предположениям, являются резервуаром углеродсодержащих материалов, из которых образовались остальные вещества в солнечной системе и эти вещества играли ключевую роль при возникновении жизни на Земле.

Дальнейшее усовершенствование и усложнение спектроскопических исследований описано в /41, 42/. В этом обзоре приводятся различные платформы, используемые для сложного спектроскопического анализа. Особое внимание уделено сложным анализам, включая рамановскую спектроскопию, поверхностно-усиленную Рамановскую спектроскопию, поверхностный плазменный резонанс и флюоресценцию.

Масс-спектрометры с высоким разрешением рассмотрены в обзоре /43/. В последние годы масс-спектрометрия была усовершенствована инструментами с высоким разрешением. Для малых молекул размерами до 400Da (например,

лекарственные вещества, метаболиты, различные органические смеси) стало возможным определение элементного состава тысяч химических компонентов одновременно с использованием массовых измерений). При более высоких массах становится возможной идентификация белков (включая посттрансляционные модификации) из протеолитических пептидов, липидов и других биологических компонентов. При еще более высоких массах (100000 Da) стало возможным характеризовать посттрансляционные модификации исходных белков и определить связывающие поверхности больших биомолекулярных комплексов.

Применение высокоскоростных лазеров для оптических измерений в горящих потоках /44/ является мощным инструментом для детального изучения химии и физики горения. Несмотря на то, что традиционная диагностика горения, основанная на непрерывных волнах и наносекундных пульсирующих лазерах, продолжает доминировать в фундаментальных работах по изучению горения, революционные разработки в науке и технологии сверхбыстрых лазеров способствуют развитию существующих диагностических методов и делают возможным развитие новых методов измерения. Высокие частоты лазеров позволяют получать неизвестные ранее данные о турбулентности и нестабильностях горения.

Большой практический интерес вызывает у исследователей образование и характеристика органических монослоёв на поверхности полупроводников /45/. Органические полупроводниковые границы начинают играть наиболее важную роль в таких областях как электроника, нанотехнологии и биосенсорные приложения. Непрерывное уменьшение размеров микроэлектронных устройств повышает интерес к пониманию основ того, как интегрировать молекулярные системы с традиционными микроэлектронными материалами и биосистемами. Органические слои предоставляют отличную возможность для преодоления барьеров на пути к интеграции. Данный обзор сконцентрирован на подготовке и характеристике органических и биомолекулярных слоёв на поверхности полупроводников с особым акцентом на монослоях, образованных на кремнии и алмазе.

И, наконец, как аналитическую химию будущего представляют Л.Х.Кейт, Л.У.Грон и

Дж.Л.Янг /46/ "зеленые аналитические методологии". В этой работе "зеленая химия" определяется как методология, уже сейчас частично, а в перспективе полностью устраниющая использование химических продуктов, реагентов или растворителей, являющихся опасными для здоровья человека или окружающей среды.

Рассматриваются тенденции в "зелёной" аналитической химии. Аналитическая химия предоставляет данные, необходимые для принятия решений о состоянии здоровья человека и окружающей среды. Быстрые и точные методики будут всегда оставаться в зоне интересов аналитической химии. Задачей "озеленения" является удовлетворение информационных потребностей химиков, технологов и общества с одновременным уменьшением степени отрицательных последствий анализа.

Природа анализируемого раствора, матрицы и методы генерации сигнала оказывают огромное воздействие на легкость создания "зелёной аналитической методики".

Аналитические схемы включают огромное количество шагов, большинство которых можно разделить на две широкие категории: шаги приготовления и шаги сбора сигналов. Обзор последних литературных источников /47/ показывает, что путь к "озеленению" аналитических методик включает постепенное улучшение существующих методов и квантовые скачки, которые полностью пересматривают аналитический подход. Используемые стратегии включают изменение или модификацию реагентов и растворителей, уменьшение количества химических агентов путём автоматизации и использования поточных техник, минитюаризацию и даже удаление стадии про-

бо-подготовки измерениями in-situ, on-line или в полевых условиях.

Предлагается "озеленение" пробоподготовки и уменьшение количества растворителя и/или его замена. Для экстракции и концентрирования анализируемых веществ было предложено большое количество "зелёных" методов. Как правило, ускоренная экстракция растворителем, ультразвуковая экстракция, микроволновая экстракция, экстракция суперкритическими жидкостями и мембранный экстракция уменьшают степень использования органических растворителей и ускоряют экстракцию в сравнении с традиционными жидкостными методами экстракции.

Микроволновая экстракция была использована для экстракции из образцов матриц, затрудняющих выделение и поддающихся только экстракции Сокслета и гидродистилляции. В качестве примеров применения является экстракция ПЦАУ из образцов почв. Микроволновая обработка может проводиться в отсутствии растворителя.

Экстракция суперкритическими жидкостями (ЭСЖ) является основным методом при обработке термически неустойчивых анализируемых веществ. Многие методики ЭСЖ используют суперкритический углекислый газ в качестве растворителя. Также широко распространена модификация растворителя добавками для изменения диэлектрической постоянной.

Мембранные, селективные барьеры между фазами, предоставляют альтернативу "зеленой" изоляции и преконцентрации анализируемых веществ. Существуют две первичных мембранных техники: фильтрация и экстракция. Мембранные фильтрации используют пористые мембранны для

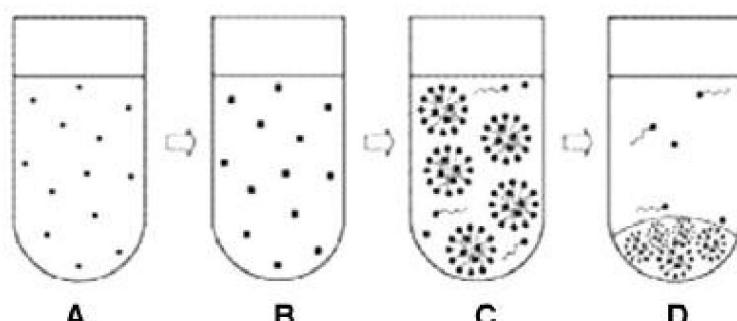


Figure 4. Schematic representation of a conventional CPE to metal preconcentration: (A) original solution with metals (circles) in low concentration; (B) metal chelates (squares) formed by addition of complexing reagent to the matrix solution; (C) addition of surfactant to the solution and trapping of metallic chelates into micellar cores; and (D) micellar phase segregation after heating and separation after centrifugation. Copyright 2005 from *Applied Spectroscopy Reviews* by Bezerra, M.A.; Arruda, M.A.; Ferreira, S.C.L. Reproduced by permission of Taylor & Francis Group, LLC., <http://www>.

разделения компонентов раствора на основе размера с использованием различий в давлении между донорным и акцепторным растворами в качестве движущей силы, в то время как мембранный экстракция использует градиенты концентраций с использованием непористых мембран.

**Облачная экстракция.** В данном методе металлы экстрагируются в мицеллы комплексообразующим агентом в присутствии ПАВ. Выше критической концентрации мицелл образуется отдельная фаза. Это является простым способом количественного определения металла спектрально. Данная техника была, в частности, использована для определения марганца в образцах нефти спектрально с использованием 2-(2-тиазолилазо) резорцинола в качестве комплексующего агента. Схема процесса представлена на рисунке.

**Исключение растворителя.** Экстракция из жидкой фазы в твёрдую предоставляет возможность исключения растворителей в процессе проподготовки, потому что анализируемое вещество может быть экстрагировано из жидкого образца в твёрдый сорбирующий материал. Несмотря на то, что, индивидуальное хроматографическое разделение использует только несколько миллилитров растворителя, данное количество является огромным в годовом масштабе. Адаптация твёрдой фазы для возможности использования воды в качестве мобильной фазы является значительным шагом на пути к озеленению. При разделении фенилтиохидатионовых аминокислот используется модифицированный термочувствительным полимером оксид кремния.

**Дериватизация молекул и поверхностей.** Необходимость дериватизации анализируемого вещества обычно увеличивает воздействие на окружающую среду посредством увеличенного использования реагентов и растворителей. Однако, дериватизация "зелёными" химическими агентами снижает риски.

Институт "Зелёной" Химии Американского Химического Общества разработал критерии степени "озеленённости" аналитических методов с целью идентификации аналитических методик, использующих меньшее количество опасных растворителей и минимизирующих отходы. Данные критерии и список методик собраны в базе данных [www.nemi.org](http://www.nemi.org)

Большой вклад в развитие аналитической химии внесла советская (российская, украинская

и казахстанская) школа аналитиков - И.П.Алимарин, Ю.А.Золотов, Б.Ф.Мясоедов, А.П.Крещков, О.М.Петрухин, С.Ю.Файнберг, Ю.А.Карпов и др. (Москва), Л.А.Чугаев, Ю.В.Морачевский, Л.Н.Москвин и др. (Санкт-Петербург), Нижегородская химическая школа - Г.Г.Девятых, И.М.Коренман и др., Томская школа электроаналитики (А.Г.Стромберг и ученики), Сибирская, Саратовская, Казанская и Башкирская школы аналитической химии; аналитики Украины - А.К.Бабко, А.Т.Пилипенко, Т.А.Назаренко, К.Б.Яцимирский и другие представители научных центров Киева, Харькова, Донецка, Днепропетровска, Одессы, Львова.

Бурно развивающаяся горнодобывающая, химическая, нефтяная и нефтеперерабатывающая отрасли народного хозяйства России на достаточно высоком уровне поддерживают аналитическую химию. В России ежегодно проводятся школы-семинары аналитиков под эгидой РАН и ассоциации аналитических центров "Аналитика", где обсуждаются насущные задачи аналитической химии: развитие новых методов и приборов, используемых исследователями практическими работниками всех регионов России.

Становление и развитие аналитической химии в Казахстане связано с именами М.Т.Козловского, О.А.Сонгиной, Д.П.Щербова, С.К.Калинина, А.И.Зебревой и др.

Под руководством заведующего кафедрой аналитической химии академика М.Т.Козловского на химическом факультете КазГУ сложилось научное направление "Электрохимические методы анализа, получения цветных и редких металлов и исследование их свойств", которое затем разрабатывалось его учениками профессорами О.А.Сонгиной, А.И.Зебревой, Е.Ф.Сперанской, В.П.Гладышевым, С.П.Бухман и др. При разработке этого направления была создана научная школа химиков-аналитиков Казахстана, которая вносит достойный вклад в развитие электрохимических, химических и фазовых методов анализа и **получения чистых металлов**.

Начатые по инициативе М.Т.Козловского работы по исследованию и анализу минерального сырья методами вольтамперометрии и амперометрического титрования с твердыми электродами стали затем самостоятельным направлением, которое возглавила чл.-корр. АН КазССР О.А.Сонгина с учениками (доцент З.Б.Рождественская, профессора В.А.Захаров, Х.К.Оспа-

нов, В.Г. Бариков). Школой О.А. Сонгиной разработаны вольтамперо-метрические методы исследования и анализа минерального сырья с использованием в качестве электродов различных металлов, минеральных угольно-пастовых и др. материалов. Широкое применение в практике заводских лабораторий нашел амперометрический метод титрования, теория которого разработана на кафедре редких элементов Казахского университета.

Большой вклад в развитие аналитической службы в геологии был внесен в Казахском институте минерального сырья профессором Д.П.Щербовым. Им разработан ряд методик спектрофотометрического определения различных элементов, введены понятия о цветовом насыщении окрашенных растворов, установления "эффективных пределов" реакций, применяемых в фотометрии. Д.П.Щербов является основоположником развития и внедрения в практику лабораторий геологической отрасли люминесцентного метода анализа. Им с сотрудниками разработан флуориметр ФО-1, серийно выпущенный заводом "Геологоразведка".

В Институте геологических наук АН КазССР под руководством чл.-корр. АН КазССР С.К.Калинина разработаны методы определения ряда редких металлов (осмий, рений и др.), создана серия атласов спектральных линий значительного количества элементов, которые до сих широкого используются специалистами спектрального анализа.

На сегодня можно смело сказать, что за исключением КазИМСа все эти научные аналитические школы сохранились. Научные и научно-методические разработки в области аналитической химии проводятся в КазНУ им. аль-Фараби, ряде НИИ (ИХН, ИЯФ, ФТИ, ИОКЭ и др.) МОН РК.

Аналитические проблемы промышленных предприятий горнometаллургического, нефтяного и нефтехимического комплексов обеспечиваются разработками заводских лабораторий, база которых обеспечена дорогостоящими универсальными приборами многоцелевого назначения.

Квалифицированные специалисты готовятся в КазНУ им. аль-Фараби, КарГУ им. Е.А.Букетова и ряде других вузов Республики Казахстан.

Подготовка кадров высшей квалификации по аналитической химии ведется в научно-исследовательских организациях и ВУЗах Алматы, Караганды, Астаны, Шымкента и Уральска и

аттестуются в диссертационном совете химического факультета КазНУ им. аль-Фараби. За последние пять лет по специальности аналитическая химия защищены 4 докторских и более 10 кандидатских диссертаций.

В 1995 г. на химическом факультете открыт Центр физико-химических методов исследования и анализа (ЦФХМА КазНУ им. аль-Фараби), который прошел аккредитацию в госорганах стандартизации и метрологии. В задачи ЦФХМА входят: разработка новых технологий, способов получения и методов анализа чистых веществ и химических материалов из органического и минерального сырья Казахстана; аналитическое сопровождение научных исследований химического факультета Казахского университета, а также ряда академических институтов республики; создание системного аналитического контроля (сертификации) продукции различных отраслей промышленности, сельского хозяйства и объектов окружающей среды.

Как известно, **экстракция и сорбция** являются наиболее эффективными методами концентрирования и очистки химических веществ. Исследованием экстракционного извлечения, анализа и получения чистых цветных и редких металлов занимаются научные коллективы в разных странах. Кинетика, природа экстрагируемых комплексов, возможность отделения от сопутствующих металлов и селективного определения элементов различной природы фосфорсодержащими экстрагентами рассмотрены в работах индийских и японских ученых R. Biswas, M.F. Islam, B. Reddy, T. Sato и др. /48-51/.

Использование в качестве экстрагентов легкоплавких органических веществ (ЛОВ), впервые предложенное Ф.И. Лобановым, нашло широкое применение в аналитической химии вследствие простоты, избирательности и экспрессности. На кафедре аналитической химии и химии редких элементов КазНУ им. аль-Фараби на основе теоретически обоснованных процессов экстракции легкоплавкими органическими веществами ряда цветных, редких и благородных металлов разработаны методики их анализа с использованием на финише различных физических методов /52-55/.

Установлены специфические особенности экстракции металлов расплавами алифатических монокарбоновых кислот и их смесей с Д2ЭГФК и аминами различной основности. На основе это-

го разработаны методики экстракционно-рентгенофлуоресцентного и экстракционнорентгенометрического определения благородных, цветных и редких металлов в технологических растворах, сплавах, горных породах, рудах, природных и сточных объектах (профессор А.И.Зебрева, доцент Е.В.Злобина и др.).

В течение последних лет сотрудники ЦФХМА (М.К.Наурызбаев, С.Е.Батыrbекова, Б.Н.Кенессов) в рамках Государственной программы развития космической деятельности РК исследуют экологическую ситуацию в Центральном Казахстане, образовавшуюся при падении первых ступеней тяжелых ракет-носителей, запускаемых с космодрома "Байконур". Составлены карты загрязнений и проводится экологический мониторинг огромной территории в Центральном Казахстане /56-71/.

Разработаны методики определения 1,1-диметилгидразина и ряда его производных в воде, почве и растениях методами ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием и ГХ/МС. Впервые разработана методика определения 1-метил-1Н-1,2,4-триазола в образцах почвы методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием, который может служить маркером исходного загрязнения почвы 1,1-диметилгидразином.

Методики определения 1,1-диметилгидразина в образцах воды, почвы и растений методом высокоеффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием аттестованы в Республике Казахстан. Эти методики, использующие самое современное оборудование, обладают повышенной чувствительностью и селективностью, что позволяет применять их для исследования процессов трансформации 1,1-ДМГ в объектах окружающей среды, а также использовать в качестве арбитражных.

Для координации аналитических служб Казахстана на базе ЦФХМА организованы (1995, 1998, 2001, 2003, 2007 г.г.) научные конференции по аналитической химии.

Национальным центром аккредитации Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан в рамках бюджетной программы № 013 "Совершенствование системы стандартизации, метрологии и сертификации" от 26 февраля 2008 г. был организован и проведен

внешний контроль точности результатов химических измерений среди лабораторий, выполняющих анализ руд. Аккредитованный испытательный центр ЦФХМА участвовал в этом мероприятии и успешно прошел межлабораторные сравнительные испытания на следующие виды продукции:

- руда полиметаллическая на показатели: FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe общ.), MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cu, Pb, Zn, C, Ag, Au (Свидетельство № 003/1-027-08);

- руда золотосодержащая на показатели: Cu, Pb, Zn, Cd, Au (Свидетельство № 003/2-027-08).

Результаты фундаментальных и прикладных исследований, проводимых аналитиками Казахстана, за последние годы были достойным вкладом в развитие химической науки РК и нашли широкое применение на практике.

В Караганде аналитические лаборатории Института Органического синтеза и углехимии, Химико-металлургического института и Института фитохимии вносят заметный вклад в успешное выполнение программ фундаментальных и прикладных исследований Центрально-Казахстанского региона, обеспечивая также экспрессность анализа и качество продукции многих новых научноемких технологий, разработанных учеными этих институтов и реализованных на производстве.

Лаборатория физико-химических методов исследования Института химических наук им. А.Б.Бектурова (проф. К.М.Бекетов) обеспечивает инструментальную поддержку фундаментальных и прикладных исследований, проводимых институтом. В ней разработаны высокоеффективные методы определения ряда химических загрязнителей почвы и воды Центрального Казахстана.

В лаборатории радиохимии Института ядерной физики разработаны методы разделения и концентрирования малых количеств радиоактивных и токсичных элементов (уран, торий, цезий, стронций и др.) неорганическими сорбентами, сейчас она переименована в лабораторию "Радиохимии и производство изотопов" (руководитель к.х.н. Чиркова Е.Т.) и занимается изготовлением радиохимических изотопов для организаций различного профиля.

В декабре 2007 г. химико-аналитическая лаборатория АО "ЦНЗМО" была аккредитована на техническую компетентность в системе технического регулирования Республики Казахстан на

соответствие требованиям СТ РК ИСО/МЭК 17025-2001 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий" (аттестат аккредитации № KZ. 7100000.06.09.00522) (руководитель к.х.н. Ташута Г.Н.).

Видами деятельности лаборатории являются: проведение физико-химического анализа твердых и жидких фаз, аналитическое сопровождение и сертификационные испытания готовой продукции, обеспечение потребностей химико-технологических исследований в аналитических работах, усовершенствование стандартных и разработка новых методик анализа сырья, продуктов и природных объектов, создание банка данных по методам и методикам анализа.

В лаборатории разработаны атомно-абсорбционные, спектрофотометрические и др. методы определения редких, цветных и благородных металлов в минеральном сырье и продуктах их переработки.

В соответствии с требованиями к испытательным центрам в 2008 г. лаборатория участвовала в межлабораторных сравнительных испытаниях руды полиметаллической, питьевой воды, почвы согласно перечню определяемых показателей и получила свидетельства за №№ 003/1-029-08 и 0004.0001-08 "Национального центра аккредитации" Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли РК.

Сосредоточенные в лаборатории физико-химических методов исследования РГП "ИОКЭ им. Д.В.Сокольского" приборы и методы позволяют анализировать гетерогенные и гомогенные каталитические системы, исследовать процессы коррозии, решать задачи нефтехимии, задачи аналитического характера.

Один из современных уникальных приборов, полученных лабораторией – спектрометр Мессбауэра – СМ 2201 (источник Со-57 в Cr), используемый для исследований железосодержащих объектов. Использование метода – основано на возможностях, связанных с определением электронной структуры исследуемых соединений. Метод высокоэффективен при идентификации соединений как в индивидуальном виде, так и находящихся в виде смесей.

Основной задачей лаборатории физических и химических методов исследований ТОО "Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева"

является обеспечение требуемой точности при измерении показателей качества сырья и товарной продукции.

Для решения этой задачи лаборатория выполняет следующие функции:

1. Измерение нормируемых показателей качества горных пород, руд, минералов, нерудного сырья, технологических промпродуктов (концентратов, хвостов обогащения, отвальных хвостов и др.), цветных и черных металлов, их лома и отходов, редких и редкоземельных металлов и их соединений.

2. Идентификация веществ и материалов, выдача протоколов измерений установленной формы.

3. Своевременная поверка СИ и метрологическая аттестация нестандартизированных СИ.

4. Проведение внутреннего контроля качества измерений при определении показателей качества.

5. Внедрение современных методов и средств измерений и совершенствование методик выполнения измерений.

6. Участие в межлабораторных экспериментах по аттестационному анализу состава стандартных образцов и контрольных смесей.

Кроме того, по заказам сторонних организаций лаборатория участвует в разработке и аттестации стандартных образцов предприятий.

Лаборатория выполняет анализ веществ различными методами, используя следующее оборудование: атомно-эмиссионный спектральный анализ - дифракционные спектрографы ДФС-8, ДФС-3, ДФС-13; рентгено-флуоресцентный спектральный анализ - рентгеновские спектрометры VRA-30 и CPM-20м; инфракрасная спектрофотометрия - инфракрасный спектрометр Specord-75 IR; плазменная спектрофотометрия - фотометр FLAPHO-4; атомно-абсорбционная спектрофотометрия - спектрометр AAS-30; электронная микроскопия - просвечивающие и сканирующие электронные микроскопы JEM-7A, JEM-100 CX, ЭМ-125K; электроннозондовый микроанализ - рентгеновский спектроанализатор JCXA "Superprobe-733"; рентгено-структурный анализ - дифрактометры ДРОН-2,0, ДРОН-4; термографический анализ - дериватограммы Q-1000, Q-1500D, C; оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой - ИСП-спектрометр IRIS "Intrepid II".

В области аналитических исследований лаборатория осуществляет выполнение разделов программ фундаментальных исследований (ПФИ) по госзаказу Комитета науки МОН РК и научно-техническое сотрудничество с различными предприятиями цветной и редкометальной промышленности республики.

В 2008 году лаборатория участвовала в проведении межлабораторных сравнительных испытаний по следующим показателям:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$ , F, S, Cu, Pb, Zn, Cd, As, Re, Au, Ag в руде полиметаллической и руде золотосодержащей.

На базе аналитических исследований составлены экологические карты загрязнения тяжелыми металлами почв г. Алматы, пригородов Павлодара, Семипалатинска, Усть-Каменогорска (ученые Казахского Национального университета им. аль-Фараби, Казахского Национального технического университета им. К.И. Сатпаева, Семипалатинского и Восточно-Казахстанского университетов).

Стратегия инновационно-индустриального развития и вхождения Республики Казахстан в 50 наиболее конкурентоспособных стран мира, перспектива вхождения в ВТО вызывают необходимость кардинального изменения уровня аналитического контроля, служб стандартизации и сертификации товаров и услуг. Возрастает роль аналитического контроля как экономического инструмента. Результаты анализа в первую очередь влияют на оценку качества продукции и, естественно, на ее стоимость. В связи с этим обеспечение качества аналитического контроля приобретает особое значение. Это, в свою очередь, требует расширения ассортимента и повышения качества государственных стандартных образцов, практически полно обновления стандартов на методы анализа, большинство которых разработаны в советские годы (т.е. более 20 лет назад) и не соответствуют современному уровню науки и техники и существующим международным нормативным документам /19, 24, 25/. Необходимо разработать Казахстанскую систему аккредитации аналитических лабораторий, нуждающуюся в гармонизации с современной мировой практикой, которая будет способствовать усилению конкурентоспособности отечественной продукции /19, 72/.

В этой связи особую обеспокоенность вызывает подготовка высококвалифицированных кадров аналитиков всех уровней – от бакалавра до доктора наук. К сожалению, этот недостаток нельзя исправить в короткое время. Поэтому проблемой пополнения аналитических лабораторий компетентными специалистами нужно заботиться незамедлительно и повсеместно /73, 74/.

В целом, следует сказать, что перед Казахстанской аналитикой стоят крупномасштабные задачи, которые при государственной поддержке могут быть успешно выполнены.

#### Использованные источники:

1. Карпов Ю.А. Анализ вещества. Проблемы и методы современной аналитики // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 3-4.
2. Карпов Ю.А., Орлова В.А. Современные методы автоклавной пробоподготовки в химическом анализе веществ и материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 4-11.
3. Баскин З.Л. Пробоотбор в промышленном аналитическом контроле (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №10. - 2006. Т. 72. - С. 60-67.
4. Москвина Т.П., Усов А.И., Кузьмин С.А. Судебно-экспертные лаборатории и проблемы их аккредитации // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2007. Т. 73. - С. 62-67.
5. Лебедев А.Т., Заикин В.Г. Задачи и достижения современной масс-спектрометрии (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №2. - 2007. Т. 73. - С. 21-30.
6. Карапанашев В.К., Турнов А.Н., Орлова Т.А., Лежнев А.Е., Носенко С.В., Золотарева Н.И., Москвина И.Р. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в элементном анализе объекте окружающей среды // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 12-22.
7. Вавилов В.П. Динамическая тепловая томография (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №3. - 2006. Т. 72. - С. 26-36.
8. Золотов Ю.А., Москвин Л.Н. Об аналитическом приборостроении в России // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №9. - 2007. Т. 73. - С. 4-8.
9. Гоголинский К., Львова Н.А., Усенинов А.С. Применение сканирующих зондовых микроскопов и нанотвердомеров для изучения механических свойств твердых материалов наnanoуровне (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №6. - 2007. Т. 73. - С. 28-36.
10. Щультина И.Л. Секционные методы рентгеновской топографии и их возможности в фундаментальных исследованиях и решении прикладных задач (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №5. - 2007. Т. 73. - С. 30-35.
11. Бублик В.Т. Основные направления развития физических методов исследования материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 35-38.
12. Ягодкин Ю.Д., Добаткин С.В. Применение электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа для определения размеров структурных элементов в нанокри-

сталлических материалах (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 38-49.

13. Чиликов С.М., Потаенко Е.Н., Бугаев А.И., Кирпичников В.Г., Кравченко С.А. Проблемы и перспективы развития оборудования для механических испытаний материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 90-95.

14. Орлов А.И. Математические методы исследования и теория измерений // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2006. Т. 72. - С. 67-70.

15. Грошиева Л.П. Об организации аналитической службы на предприятиях химической промышленности // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 60-67.

16. Гражулене С.С., Редькин А.Н., Телегин Г.Ф., Золотарева Н.И. Исследование углеродных наноматериалов как потенциальных сорбентов для концентрирования примесей в атомно-спектроскопических методах анализа // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №9. - 2008. Т. 74. - С. 7-11.

17. Отмахов В.И., Варламова Н.В., Петрова Е.В. Структурно-методологическая схема создания методик анализа оксидных материалов с применением метода атомно-эмиссионной спектроскопии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №8. - 2008. Т. 74. - С. 15.

18. Кобелева С.П. Методы измерения электрофизических параметров моноокристаллического кремния (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 60-67.

19. Корчагина Е.Н., Тарасов С.В., Юшкевич В.Ф. О межлабораторных сравнительных испытаниях различных образцов углей // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №4. - 2006. Т. 72. - С. 62-69.

20. Горшков В.А., Крёнинг М., Юмашев М., Самосадный В.Т., Милосердин В.Ю., Доржгоочоо О. Томография на рассеянном излучении (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2006. Т. 72. - С. 24-32.

21. Исаев Л.К., Каарлс Р. Метрология в химии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 110-112.

22. Карпов Ю.А., Панева В.И., Болдырев И.В. Российская система аккредитации аналитических лабораторий и пути ее развития // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 113-116.

23. Клюев В.В. Техническая диагностика - остаточный ресурс // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 68-70.

24. Добровинский И.Е., Осинцева Е.В., Терентьев Г.И., Скутина А.В. Стандартные образцы в системе качества измерений в аналитической химии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №4. - 2007. Т. 73. - С. 73-76.

25. Баскин Н. Стандартные образцы цветных металлов и сплавов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 65-67.

26. Shigeru Amemiya, Allen J.Bard, Fu-ren FFan, Michael V. Mirkin, an Patrick R. Unwin. Scanning Electrochemical Microscopy //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:95-131.

27. Amanda M. Moore and Paul S. Weis. Functional and Spectroscopic Measurements with Scanning Tunneling Microscopy //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:857-882

28. Ela Harel, Leif Schroder, and Shoujun Xu. Novel Detection Schemes of Nuclear Magnetic Resonance and

Magnetic Resonance Imaging: Applications from Analytical Chemistry to Molecular Sensors //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:133-163.

29. Plamen A. Demirev and Catherine Fenselau. Mass Spectrometry for Rapid Characterization of Microorganisms //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:71-93.

30. Daniella Cohen, Jane A. Discerson, Colin D. Whitmore, Emily H. Turner, Monica M. Palcic, Ole Hindsgaul, and Norman J. Dovichi. Chemical Cytometry: Fluorescence-Based Single-Cell Analysis //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:165-190.

31. John J. Kasianowicz, Joseph W.F. Robertson, Elaine R. Chan, Joseph E. Reiner, and Vincent M. Staanfor. Nanoscopic Porous Sensors. //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:737-766.

32. Joshua M. Stillahn, Kristina J. Trevino, and Ellen R. Fisher. Plasma Diagnostics for Unraveling Process Chemistry //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:261-291.

33. Kelly L. Adams, Maja Puchades, an Andrew G. Ewing. In Vitro Electrochemistry of Biological Systems //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:329-355.

34. Bradley L. Ackermann, Michael J. Berna, James A. A. Eckstein, Lee W. Ott, and Ajai K. Chauhary. Current Applications of Liquid Chromatography/Mass Spectrometry in Pharmaceutical Discovery After a Decade of Innovation //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:357-396.

35. Yoshio Umezawa. Optical Probes for Molecular Processes in Live Cells //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:397-421.

36. Zachary A. Gurard-Levin and Milan Mrksich. Combining Self-Assembled Monolayers and Mass Spectrometry for Applications in Biochips //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:767-800.

37. Conor L. Evans and X. Sunney Xie. Coherent Anti-Stokes Raman Scattering Microscopy: Chemical Imaging for Biology and Medicine //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:883-909.

38. Theodore P. Snow and Veronica M. Bierbaum. Ion Chemistry in the Interstellar Medium //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:229-260.

39. Kimberly A. Prather, Courtney D. Hatch, and Vicki H. Grassian. Analysis of Atmospheric Aerosols //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:485-514.

40. Scott A. Sandford. Terrestrial Analysis of the Organic Component of Comet Dust //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:549-578.

41. Kyle D. Bake and David R. Walt. Multiplexed Spectroscopic Detections //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:515-547.

42. Paul L. Stiles, Jon A. Dieringer, Nilam C. Shan, and Richard P. Van Duyne. Surface-Enhanced Raman Spectroscopy //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:601-626.

43. Alan G. Marshall and Christopher L. Hendrickson. High-Resolution Mass Spectrometers //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:579-599.

44. James R. Gord, Terrence R. Meyer, and Sukesh Roy. Applications of Ultrafast Lasers for Optical Measurements in Combusting Flows //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:663-687

45. Robert J. Hamers. Formation and Characterisation of Organic Monolayers on Semiconductor Surfaces //Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:707-736.

46. Lawrence H. Keith, Liz U. Gron an Jennifer L. Young. Green Analytical Methodologies // Chem. Rev., 2007, 107 (6), 2695-2708.

47. www.nemi.org

48. Remya P.N., Reddy M.L. Solvent extraction separation of titanium (IV), vanadium(V) and iron(III) from simulated waste chloride liquors of titanium minerals processing industry by the trialkylphosphine oxide Cyanex 923 // J. Chem. Technol. and Biotechnol. - 2004. - Vol.79, №7. - P.734-741.
49. Reddy B.R., Kumar J.R., Reddy A.V. Solvent extraction of zirconium (IV) from acidic chloride solutions using the thiosubstituted organophosphorus acids Cyanex 301 and 302 // J. Chem. Technol. and Biotechnol. - 2004. - Vol.79, №11. - P.1301-1307.
49. Islam M.F., Biswas R.K. Kinetics of solvent extraction of metal ions with HDEHP: I. Kinetics and mechanism of solvent extraction of Ti (IV) from acidic aqueous solutions with bis-2-ethylhexylphosphoric acid in benzene // J. Inorg. Nucl. Chem. - 1978. - Vol.40. - P.559-566.
50. Biswas R.K., Begum D.A. Solvent extraction of tetravalent titanium from chloride solution by di-2-ethylhexylphosphoric acid in kerosene // Hydrometallurgy. - 1998. - Vol.49. - P.263-274.
51. Файзулина А.В., Злобина Е.В., Зебрева А.И. Разработка методики определения хрома в сточных водах // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - с. 315-319
52. Исмаилова А.Г., Злобина Е.В. Экстракционное распределение молибдена (VI) в системе Д2ЭГФК-парафин // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - с. 320-323
53. Устакова И.Р. Экстракция титана (IV) и циркония (IV) расплавами фосфорогранических реагентов и ее применение в анализе // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата хим. наук. - 2008
54. Долгова Н.Д., Злобина Е.В., Исмаилова А.Г., Устакова И.Р., Файзулина А.В. Экстракция расплавами в рентгенофлуоресцентном анализе редких и благородных металлов // Тез. докладов II Международного форума "Аналитика и аналитики", 22 - 26 сентября 2008 г., Воронеж. - С.267
55. Nauryzbaev M.K., Batyrbekova S.Ye., Tassibekov Kh.S., Kenessov B.N., Vorozheikin A.P., Proskuryakov Yu.V. Ecological Problems of Central Asia Resulting from Space Rocket Debris // History and Society in Central and Inner Asia Toronto Studies in Central and Inner Asia, №7 Asian Institute, University of Toronto. - Toronto, 2005. - P. 327-349.
56. Nauryzbaev M., Batyrbekova S., Kenessov B., etc. Investigation on the dynamics of behavior of rocket fuel components in chain "soil-water-plants" // Proceeding of the International Conference of Reservoir Operation and River Management (ICROM'05). - Guangzhou and Three Gorges, China, 2005. - P. 74.
57. Tassibekov Kh., Batyrbekova S., Kenessov B., Lyu Ye., Nauryzbaev M. Asymmetric dimethylhydrazine as an organic pollutant of the soils of fall regions of rocket-carriers "Proton" separating parts // Geophysical Research Abstracts. - 2005. - Vol. 7. - 11175. - SRef-ID: 1607-7962/EGU05-A-11175.
58. Batyrbekova S., Tassibekov Kh., Kenessov B., Nauryzbaev M. Character of distribution of 1,1-dimethylhydrazine concentration fields of fall places of rocket-carriers first stages // Abstracts of 5th International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water "Intersol'2005". - Paris, France, 2005, 20 April, session 2. - Paris, France, 2005. - 13H40-14H00.
59. Айдосова С.С., Ахметова А.Б., Долгова Н.Д., Кенесов Б. Исследование содержания несимметричного диметилгидразина в пробах почв и растений // Вестник КазНУ. Сер. хим. - 2005. - № 1 (37). - С. 131-134.
60. Батырбекова С.Е., Перменев Ю.Г., Кенесов Б.Н., Наурызбаев М.К. Актуальные вопросы охраны окружающей среды в Республике Казахстан // Вестник КазНУ. Сер. хим. - 2006. - №4 (44). - С. 30-33.
61. Кенесов Б.Н., Батырбекова С.Е., Кенесова О.А., Алимжанова М.Б., Калугина С.М., Наурызбаев М.К. Разработка методических подходов для аналитического контроля распределения несимметричного диметилгидразина и продуктов его трансформации в объектах окружающей среды // VI Всеросс. конф. по анализу объектов окруж. среды "Экоаналитика-2006". - Самара, 2006. - С. 160.
62. Кенесов Б.Н. Аналитический контроль объектов окружающей среды, испытывающих негативное влияние ракетно-космической деятельности // Матер. междунар. учебно-научных семинаров по подготовке и повышению квалификации специалистов в рамках государственной программы "Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 гг.", Алматы, 2007. Матер. междунар. учебно-научных семинаров по подготовке и повышению квалификации специалистов в рамках государственной программы "Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 гг.", Алматы, 2007. С. 222-225.
63. Lars Carlsen, Mikhail K. Nauryzbaev, Olga A. Kenessova, S. Batyrbekova. A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result // Chemosphere, v. 67 ,2007.- p.1108-1116.
64. Lars Carlsen, Mikhail K. Nauryzbaev, Olga A. Kenessova, S. Batyrbekova. 1,1-Dimethylhydrazin - Raketabraendstof og et muligt Miljø- og// Dansk Kemi, v. 88-1, 2007. - p. 30-32.
65. Кенесов Б.Н. Определение 1-метил-1Н-1,2,4-триазола в почве методом газовой хроматографии // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - с. 26-30.
65. Kenessov B., Batyrbekova S., Nauryzbaev.M., Bekbassov T., Alimzhanova M., Carlsen L. GC-MS Determination of 1-Methyl-1Н-1,2,4-triazole in Soils Affecte by Rocket Fuel Spills in Central Kazakhstan// Chromatographia, 2008, 67, p. 421-424.
66. Кенесов Б.Н., Батырбекова С.Е., Наурызбаев М.К. Аналитическое оборудование и методы, используемые в Республике Казахстан для проведения экологического мониторинга деятельности космодрома "Байконур" // Тезисы докладов 3 Всероссийской конференции Аналитические приборы. - 22-26 июня 2008 г., Санкт-Петербург. - с.209.
67. Lars Carlsen, Bulat N.Kenessov, Svetlana Ye. Batyrbekova. A QSAR/QSTR Study on the Environmental Health Impact by the Rocket Fuel 1,1-Dimethyl Hydrazine and its Transformation products // Environmental Health Insights 2008, 1, p. 11-20.
67. Евгеньев М.И., Евгеньева И.И., Гармонов С.Ю., Исмаилова Р.Н., Победимский Д.Г. Экстракционно-хроматографическое определение 1,1-диметил-гидразина в водах с диодно-матричным детектированием // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2006. - Т.66, №7. - С.14-16.

68. Масс-спектр 1-метил-1Н-1,2,4-триазола. NIST chemistry webbook // <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C6086211&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec>
69. Ерошина О.А. Международные организации по аккредитации лабораторий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №10. - 2007. Т. 73. - С. 72-78.
70. Штигун О.А. Повышение квалификации химиков-аналитиков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №8. - 2008. Т. 74. - С. 3.
71. Абильов Ж.А., Мун Г.А., Мусабеков А.А. Подготовка конкурентоспособных Ph.D. в Казахском национальном университете им. аль-Фараби на примере химического факультета // Материалы XXXVIII научно-методической конференции ППС КазНУ им. аль-Фараби. - Книга 1. - Алматы "Қазақ университеті". - С. 14-19.
72. Карпов Ю.А. Анализ вещества. Проблемы и методы современной аналитики // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 3-4.
73. Карпов Ю.А., Орлова В.А. Современные методы автоклавной пробоподготовки в химическом анализе веществ и материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 4-11.
74. Баскин З.Л. Пробоотбор в промышленном аналитическом контроле (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №10. - 2006. Т. 72. - С. 60-67.
75. Москвина Т.П., Усов А.И., Кузьмин С.А. Судебно-экспертные лаборатории и проблемы их аккредитации // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2007. Т. 73. - С. 62-67.
76. Лебедев А.Т., Заикин В.Г. Задачи и достижения современной масс-спектрометрии (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №2. - 2007. т. 73. - с.21-30.
77. Карапандашев В.К., Туранов А.И., Орлова Т.А., Лежнев А.Е., Носенко С.В., Золотарева Н.И., Москвина И.Р. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в элементном анализе объекте окружающей среды // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 12-22.
78. Вавилов В.П. Динамическая тепловая томография (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №3. - 2006. Т. 72. - С. 26-36.
79. Золотов Ю.А., Москвин Л.Н. Об аналитическом приборостроении в России // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №9. - 2007. Т. 73. - С. 4-8.
80. Гоголинский К., Львова Н.А., Усенов А.С. Применение сканирующих зондовых микроскопов и нанотвердомеров для изучения механических свойств твердых материалов наnanoуровне (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №6. - 2007. Т. 73. - С. 28-36.
81. Шультина И.Л. Секционные методы рентгеновской топографии и их возможности в фундаментальных исследованиях и решении прикладных задач (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №5. - 2007. Т. 73. - С. 30-35.
82. Бублик В.Т. Основные направления развития физических методов исследования материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 35-38.
83. Ягодкин Ю.Д., Добаткин С.В. Применение электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа для определения размеров структурных элементов в нанокристаллических материалах (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 38-49.
84. Чиликов С.М., Потаенко Е.Н., Бугаец А.И., Кирпичников В.Г., Кравченко С.А. Проблемы и перспективы развития оборудования для механических испытаний материалов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 90-95.
85. Орлов А.И. Математические методы исследования и теория измерений // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2006. Т. 72. - С. 67-70.
86. Грошева Л.П. Об организации аналитической службы на предприятиях химической промышленности // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 60-67.
87. Гражулене С.С., Редькин А.Н., Телегин Г.Ф., Золотарева Н.И. Исследование углеродных наноматериалов как потенциальных сорбентов для концентрирования примесей в атомно-спектроскопических методах анализа // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №9. 2008. Т. 74. С. 7-11.
88. Отмахов В.И., Варламова Н.В., Петрова Е.В. Структурно-методологическая схема создания методик анализа оксидных материалов с применением метода атомно-эмиссионной спектроскопии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №8. - 2008. Т. 74. - С. 15.
89. Кобелева С.П. Методы измерения электрофизических параметров монокристаллического кремния (обзор) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 60-67.
90. Корчагина Е.Н., Тарасов С.В., Юшкевич В.Ф. О межлабораторных сравнительных испытаниях различных образцов углей // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №4. - 2006. Т. 72. - С. 62-69.
91. Горшков В.А., Крёнинг М., Юмашев М., Самосадный В.Т., Милосердин В.Ю., Доржгочоо О. Томография на рассеянном излучении (обобщающая статья) // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2006. Т. 72. С. 24-32.
92. Исаев Л.К., Каарлс Р. Метрология в химии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. 2007. Т. 73. - С. 110-112.
93. Карпов Ю.А., Панева В.И., Болдырев И.В. Российская система аккредитации аналитических лабораторий и пути ее развития // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №1. - 2007. Т. 73. - С. 113-116.
94. Клюев В.В. Техническая диагностика - остаточный ресурс // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 68-70.
95. Добровинский И.Е., Осинцева Е.В., Терентьев Г.И., Скутина А.В. Стандартные образцы в системе качества измерений в аналитической химии // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №4. - 2007. Т. 73. - С. 73-76.
96. Баскин Н. Стандартные образцы цветных металлов и сплавов // Зав. лаборатория. Диагностика материалов. №12. - 2006. Т. 72. - С. 65-67.
97. Shigeru Amemiya, Allen J. Bard, Fu-ren FFan, Michael V. Mirkin, an Patrick R. Unwin. Scanning Electrochemical Microscopy // Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:95-131.
98. Amanda M. Moore and Paul S. Weis. Functional and Spectroscopic Measurements with Scanning Tunneling Microscopy // Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:857-882.
99. Ela Harel, Leif Schröder, and Shoujiun Xu. Novel Detection Schemes of Nuclear Magnetic Resonance and Magnetic Resonance Imaging: Applications from Analytical Chemistry to Molecular Sensors // Annu. Rev. Anal. Chem. 2008. 1:133-163.

100. *Plamen A. Demirev and Catherine Fenselau.* Mass Spectrometry for Rapid Characterization of Microorganisms // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:71-93.
101. *Daniella Cohen, Jane A. Discerson, Colin D. Whitmore, Emily H. Turner, Monica M. Palcic, Ole Hindsgaul, and Norman J. Dovichi.* Chemical Cytometry: Fluorescence-Based Single-Cell Analysis // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:165-190.
102. *John J. Kasianowicz, Joseph W.F. Robertson, Elaine R. Chan, Joseph E. Reiner, and Vincent M. Stannett.* Nanoscopic Porous Sensors. // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:737-766.
103. *Joshua M. Stillahn, Kristina J. Trevino, and Ellen R. Fisher.* Plasma Diagnostics for Unraveling Process Chemistry // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:261-291.
104. *Kelly L. Adams, Maja Puchades, and Andrew G. Ewing.* In Vitro Electrochemistry of Biological Systems // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:329-355.
105. *Bradley L. Ackermann, Michael J. Berna, James A. A. Eckstein, Lee W. Ott, and Ajai K. Chauhary.* Current Applications of Liquid Chromatography/Mass Spectrometry in Pharmaceutical Discovery After a Decade of Innovation // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:357-396.
106. *Yoshio Umezawa.* Optical Probes for Molecular Processes in Live Cells // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:397-421.
107. *Zachary A. Gurard-Levin and Milan Mrksich.* Combining Self-Assembled Monolayers and Mass Spectrometry for Applications in Biochips // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:767-800
108. *Conor L. Evans and X. Sunney Xie.* Coherent Anti-Stokes Raman Scattering Microscopy: Chemical Imaging for Biology and Medicine // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:883-909.
109. *Theodore P. Snow and Veronica M. Bierbaum.* Ion Chemistry in the Interstellar Medium // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:229-260.
110. *Kimberly A. Prather, Courtney D. Hatch, and Vicki H. Grassian.* Analysis of Atmospheric Aerosols // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:485-514.
111. *Scott A. Sandford.* Terrestrial Analysis of the Organic Component of Comet Dust // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:549-578.
112. *Kyle D. Baker and David R. Walt.* Multiplexed Spectroscopic Detections // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:515-547.
113. *Alan G. Marshall and Christopher L. Hendrickson.* High-Resolution Mass Spectrometers // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:579-599.
114. *Paul L. Stiles, Jon A. Dieringer, Nilam C. Shan, and Richard P. Van Duyne.* Surface-Enhanced Raman Spectroscopy // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:601-626.
115. *James R. Gord, Terrence R. Meyer, and Sukesh Roy.* Applications of Ultrafast Lasers for Optical Measurements in Combusting Flows // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:663-687.
116. *Robert J. Hamers.* Formation and Characterisation of Organic Monolayers on Semiconductor Surfaces // *Annu. Rev. Anal. Chem.* 2008. 1:707-736.
117. *Lawrence H. Keith, Liz U. Gron, and Jennifer L. Young.* Green Analytical Methodologies // *Chem. Rev.*, 2007, 107 (6), 2695-2708.
118. [www.nemi.org](http://www.nemi.org)
119. *Remya P.N., Reddy M.L.* Solvent extraction separation of titanium (IV), vanadium(V) and iron(III) from simulated waste chloride liquors of titanium minerals processing industry by the trialkylphosphine oxide Cyanex 923 // *J. Chem. Technol. and Biotechnol.* - 2004. - Vol.79, №7. - P.734-741.
120. *Reddy B.R., Kumar J.R., Reddy A.V.* Solvent extraction of zirconium (IV) from acidic chloride solutions using the thiosubstituted organophosphorus acids Cyanex 301 and 302 // *J. Chem. Technol. and Biotechnol.* - 2004. - Vol.79, №11. - P.1301-1307.
121. *Islam M.F., Biswas R.K.* Kinetics of solvent extraction of metal ions with HDEHP: I. Kinetics and mechanism of solvent extraction of Ti (IV) from acidic aqueous solutions with bis-2-ethylhexylphosphoric acid in benzene // *J. Inorg. Nucl. Chem.* - 1978. - Vol.40. - P.559-566.
122. *Biswas R.K., Begum D.A.* Solvent extraction of tetravalent titanium from chloride solution by di-2-ethylhexylphosphoric acid in kerosene // *Hydrometallurgy*. - 1998. - Vol.49. - P.263-274.
123. *Файзулина А.В., Злобина Е.В., Зебреева А.И.* Разработка методики определения хрома в сточных водах // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - с. 315-319.
124. *Исмаилова А.Г., Злобина Е.В.* Экстракционное распределение молибдена (VI) в системе Д2ЭГФК-парафин // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - с. 320-323.
125. *Устакова И.Р.* Экстракция титана (IV) и циркония (IV) расплавами фосфорорганических реагентов и ее применение в анализе // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата хим. наук. - 2008.
126. *Долгова Н.Д., Злобина Е.В., Исмаилова А.Г., Устакова И.Р., Файзулина А.В.* Экстракция расплавами в рентенофлуоресцентном анализе редких и благородных металлов // Тез докладов II Международного форума "Аналитика и аналитики", 22 - 26 сентября 2008 г., Воронеж. С.267.
127. *Nauryzbaev M.K., Batyrbekova S.Ye., Tassibekov Kh.S., Kenessov B.N., Vorozheikin A.P., Proskuryakov Yu.V.* Ecological Problems of Central Asia Resulting from Space Rocket Debris // History and Society in Central and Inner Asia Toronto Studies in Central and Inner Asia, №7 Asian Institute, University of Toronto. - Toronto, 2005. - P. 327-349.
128. *Nauryzbaev M., Batyrbekova S., Kenessov B., etc.* Investigation on the dynamics of behavior of rocket fuel components in chain "soil-water-plants" // Proceeding of the International Conference of Reservoir Operation and River Management (ICROM'05). - Guangzhou and Three Gorges, China, 2005. - P. 74.
129. *Tassibekov Kh., Batyrbekova S., Kenessov B., Lyu Ye., Nauryzbaev M.* Asymmetric dimethylhydrazine as an organic pollutant of the soils of fall regions of rocket-carriers "Proton" separating parts // Geophysical Research Abstracts. - 2005. - Vol. 7. - 11175. - SRef-ID: 1607-7962/EGU05-A-11175.
130. *Batyrbekova S., Tassibekov Kh., Kenessov B., Nauryzbaev M.* Character of distribution of 1,1-dimethylhydrazine concentration fields of fall places of rocket-carriers first stages // Abstracts of 5th International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water "Intersol'2005". - Paris, France, 2005, 20 April, session 2. - Paris, France, 2005. - 13H40-14H00.

131. Айдосова С.С., Ахметова А.Б., Долгова Н.Д., Кенесов Б. Исследование содержания несимметричного диметилгидразина в пробах почв и растений // Вестник КазНУ. Сер. хим. - 2005. - № 1 (37). - С. 131-134.
132. Батырбекова С.Е., Перменев Ю.Г., Кенесов Б.Н., Наурызбаев М.К. Актуальные вопросы охраны окружающей среды в Республике Казахстан // Вестник КазНУ. Сер. хим. - 2006. - №4 (44). - С. 30-33.
133. Кенесов Б.Н., Батырбекова С.Е., Кенесова О.А., Алимжанова М.Б., Калугина С.М., Наурызбаев М.К. Разработка методических подходов для аналитического контроля распределения несимметричного диметилгидразина и продуктов его трансформации в объектах окружающей среды // VI Всеросс. конф. по анализу объектов окруж. среды "Экоаналитика-2006". - Самара, 2006. - С. 160.
134. Кенесов Б.Н. Аналитический контроль объектов окружающей среды, испытывающих негативное влияние ракетно-космической деятельности // Матер, междунар. учебно-научных семинаров по подготовке и повышению квалификации специалистов в рамках государственной программы "Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 гг.", Алматы, 2007. Матер, междунар. учебно-научных семинаров по подготовке и повышению квалификации специалистов в рамках государственной программы "Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 гг.", Алматы, 2007. С. 222-225.
135. Lars Carlsen, Mikhail K. Nauryzbaev, Olga A. Kenessova, S. Batyrbekova. A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result // Chemosphere, v. 67 ,2007.- p. 1108-1116.
136. Lars Carlsen, Mikhail K. Nauryzbaev, Olga A. Kenesova, S. Batyrbekova. 1,1-Dimethylhydrazin - Raketaendstof og et muligt Miljø- og// Dansk Kemi, v. 88-1, 2007. - p. 30-32.
137. Кенесов Б.Н. Определение 1-метил-1Н-1,2,4-триазола в почве методом газовой хроматографии // Материалы Международной конференции "Экоаналитика Центральной Азии", КазНУ им. аль-Фараби "Вестник". - № 5(49).- 2007. - С. 26-30.
138. Kenessov B., Batyrbekova S., Nauryzbaev.M., Bekbassov T., Alimzhanova M., Carlsen L. GC-MS Determination of 1-Methyl-1Н-1,2,4-triazole in Soils Affected by Rocket Fuel Spills in Central Kazakhstan// Chromatographia, 2008, 67. Р. 421-424.
139. Кенесов Б.Н., Батырбекова С.Е., Наурызбаев М.К. Аналитическое оборудование и методы, используемые в Республике Казахстан для проведения экологического мониторинга деятельности космодрома "Байконур" // Тезисы докладов 3 Всероссийской конференции. Аналитические приборы. - 22-26 июня 2008 г., Санкт-Петербург. - С.209.
140. Lars Carlsen, Bulat N.Kenessov, Svetlana Ye. Batyrbekova. A QSAR/QSTR Study on the Environmental Health Impact by the Rocket Fuel 1,1-Dimethyl Hydrazine and its Transformation products // Environmental Health Insights 2008, 1. P. 11-20.
141. Евгеньев М.И., Евгеньева И.И., Гармонов С.Ю., Исмаилова Р.Н., Победимский Д.Г. Экстракционно-хроматографическое определение 1,1-диметил-гидразина в водах с диодно-матричным детектированием // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2006. - Т.66, №7. - С.14-16.
142. Mass-спектр 1-метил-1Н-1,2,4-триазола. NIST chemistry webbook // <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C6086211&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec>
143. Ерошина О.А. Международные организации по аккредитации лабораторий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №10. - 2007. т. 73. - С. 72-78.
144. Штигун О.А. Повышение квалификации химиков-аналитиков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №8. - 2008. т. 74. - С. 3.
145. Абилов Ж.А., Мун Г.А., Мусабеков А.А. Подготовка конкурентоспособных Ph.D. в Казахском национальном университете им. аль-Фараби на примере химического факультета // Материалы XXXVIII научно-методической конференции ППС КазНУ им. аль-Фараби. - Книга 1. - Алматы "Қазақ университеті". - С. 14-19.